

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI AMBANG BERTANGGA TERHADAP
POLA ALIRAN PADA SALURAN TERBUKA (UJI
LABORATORIUM)**



MUTAHARAH KAMIL
105 81 11015 16

TRILIANI AGUSTINA
105 81 11006 16

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2021

**PENGARUH VARIASI AMBANG BERTANGGA TERHADAP POLA
ALIRAN PADA SALURAN TERBUKA (UJI LABORATORIUM)**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar



Disusun dan Diajukan oleh :

MUTAHARAH KAMIL

105 81 11015 16

TRILIANI AGUSTINA

105 81 11006 16

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2021

25/05/2021

1 cap
Smb. Alumni

P/0024/SIP/21CD
KAM

P²



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi syarat-syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : PENGARUH AMBANG BERTANGGA TERHADAP POLA ALIRAN PADA SALURAN TERBUKA (UJI LABORATORIUM)

Nama : MUTAHARAH KAMIL
TRILIANI AGUSTINA

No. Stambuk : 105 81 11015 16
105 81 11006 16

Makassar, April 2021

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

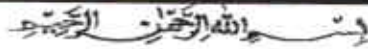
Pembimbing II

Farida Gaffar, ST., MM., IPM

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM
NBM :1183 084



PENGESAHAN

Skripsi atas nama Mutaharah Kamil dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11015 16 dan Triliani Agustina dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11006 16, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0006/SK-Y/22201/091004/2021, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 1 Mei 2021.

19 Ramadhan 1442 H

Makassar,

1 mei 2021 M

Panitia Ujian:

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT

2. Penguji:

a. Ketua : Dr. Ir. H. Abd, Rakhim Nanda, ST., MT., IPM

b. Sekertaris: Fausiah Latief, ST., MT

3. Anggota: 1. Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT

2. Dr. Ir. Muhammad Yunus Ali, ST., MT., IPM

3. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM

Mengetahui:

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

Pembimbing II

Farida Gaffar, ST., MM., IPM

Dekan



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

NBM :

ABSTRAK

Ambang bertangga merupakan modifikasi saluran peluncur dengan membuat beberapa tangga yang diletakkan di tengah saluran. Tujuan utama dari ambang bertangga adalah mengurangi kecepatan aliran yang diakibatkan oleh anak-anak tangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ambang dengan 3 tangga dan ambang dengan 5 tangga terhadap sifat aliran yang terjadi pada saluran terbuka. Penelitian ini menggunakan data primer yakni data yang didapatkan dari permodelan fisik Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat aliran pada ambang dengan 3 tangga menunjukkan bahwa pada perhitungan bilangan Reynold sifat alirannya adalah transisi dengan nilai rata-rata $Re = 1365,653$, sedangkan sifat aliran pada perhitungan angka Froude adalah subkritis dengan nilai rata-rata $Fr = 0,240$. Sedangkan sifat aliran ambang dengan 5 tangga menunjukkan bahwa pada perhitungan bilangan Reynold sifat alirannya adalah transisi dengan nilai rata-rata $Re = 1072,354$, sedangkan sifat aliran pada perhitungan angka Froude adalah subkritis dengan nilai rata-rata $Fr = 0,215$. Perhitungan menunjukkan bahwa kecepatan aliran pada ambang dengan 3 tangga lebih besar dibanding ambang dengan 5 tangga.

Kata kunci: ambang bertangga, kecepatan aliran, sifat aliran

ABSTRACT

Stepped threshold is a modification of the chute channel by making several steps that are placed in the middle of the channel. The main purpose of the stepped threshold is to reduce the flow velocity caused by the steps. This study aims to determine the effect of a threshold with 3 stairs and a threshold with 5 stairs on the flow properties that occur in an open channel. This study uses primary data, namely data obtained from the physical modeling of the Laboratory of the Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Makassar. Based on the results of the study, it shows that the flow properties at the threshold with 3 stairs indicate that in the calculation of the Reynold number the flow characteristic is a transition with an average value of $Re = 1365.653$, while the flow characteristic in the Froude number calculation is subcritical with an average value of $Fr = 0.240$. While the threshold flow characteristic with 5 steps shows that in the calculation of the Reynold number the flow characteristic is a transition with an average value of $Re = 1072.354$, while the flow characteristic in the Froude number calculation is subcritical with an average value of $Fr = 0.215$. The calculations show that the flow velocity at the threshold with 3 stairs is greater than that at the threshold with 5 stairs.

Key words: stepped threshold, flow velocity, flow properties

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun proposal penelitian yang berjudul **“PENGARUH VARIASI AMBANG BERTANGGA TERHADAP POLA ALIRAN PADA SALURAN TERBUKA (UJI LABORATORIUM)”**.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan skripsi penelitian ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga proposal penelitian ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Ibu Dr.Ir.Hj. Nurnawaty, ST., MT. IPM. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
2. Bapak A. Makbul Syamsuri, ST., MT. IPM. sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

3. Ibu Dr.Ir.Hj. Nurnawaty, ST., MT. IPM. sebagai pembimbing I dan Ibu Farida Gaffar, ST., MM. IPM. sebagai pembimbing II yang sabar memberikan bimbingan dalam menyelesaikan proposal penelitian.
4. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai di Fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan penelitiannya kuliah kami.
6. Teman-temanku satu bimbingan penelitian proposal, yang telah berjuang bersama-sama penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta Bangsa dan Negara Amin. *“Billahi Fii Sabill Haq Fastabikul Khaerat”*.

Makassar,..... 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR PERSAMAAN	viii
DAFTAR NOTASI SINGKATAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Sungai	6
1. Defenisi Sungai	6
2. Pola Aliran	8
a. Hidrolika Sungai	8
b. sifat – sifat aliran	10
B. Ambang Bertangga	15
1. Definisi Ambang	15
2. Bentuk-bentuk Ambang	17
3. Regim aliran pada Ambang Bertangga	18
C. Kehilangan Energi	20

D. Matriks Jurnal	25
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	44
B. Metode Pengambilan Data	44
C. Model Saluran	44
D. Model Ambang bertangga	45
E. Alat dan Bahan	46
F. Variabel yang digunakan	47
G. Prosedur Penelitian	48
H. Metode Analisa Data	49
Flowchart Penelitian	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	52
1. Sifat Aliran	52
b. Debit Aliran (Q)	54
c. Hubungan Kecepatan Aliran Dengan Bilangan Froude	56
d. Perhitungan Bilangan Reynold	59
e. Kedalaman Aliran	62
f. Kecepatan Aliran	62
g. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka Froude 64	
B. Ambang Bertangga	66
a. Profil ambang bertangga	66
b. Energi Spesifik Aliran Pada Saluran Terbuka	67
c. Loncatan Hidraulik	69
C. PEMBAHASAN	70
a. Hubungan kecepatan aliran dan angka froude sebelum dan setelah pemasangan ambang 3 tangga dan 5 tangga	70

b. Hubungan kecepatan aliran dan bilangan Reynold sebelum dan setelah pemasangan ambang 3 tangga dan 5 tangga 71

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan..... 73

B. Saran 74

Daftar Pustaka 75

Lampiran



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sebelum Pemasangan Ambang.....	55
Tabel 2. Ambang 3 tangga.....	55
Tabel 3. Ambang 5 tangga.....	55
Tabel 4. Tanpa Ambang.....	58
Tabel 5. Ambang 3 anak tangga.....	58
Tabel 6. Ambang 5 anak tangga.....	58
Tabel 7. Viskositas kinematis sebagai hubungan fungsi suhu.....	59
Tabel 8. Tanpa ambang.....	60
Tabel 9. Ambang 3 anak tangga.....	61
Tabel 10. Ambang 5 anak tangga.....	61
Tabel 11. Kecepatan Aliran.....	63
Tabel 12. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka Froude, Sebelum dan Setelah pemasangan ambang.....	64
Tabel 13. Profil Ambang bertangga.....	66
Tabel 14. Hasil Perhitungan Energi Spesifik Tanpa Ambang.....	67
Tabel 15. Hasil Perhitungan Energi Spesifik Ambang 3 Tangga.....	67
Tabel 16. Hasil Perhitungan Energi Spesifik Ambang 3 Tangga.....	68
Tabel 17. Hasil Perhitungan Energi Spesifik Ambang 3 Tangga.....	68
Tabel 18. Hasil Perhitungan Energi Spesifik Ambang 5 Tangga.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jenis aliran	12
Gambar 2. Pola Perambatan Penjalaran Gelombang di Saluran Terbuka.....	14
Gambar 3. Ambang tajam.....	18
Gambar 4. Ambang lebar	18
Gambar 5. Regim Aliran di Peluncur Ambang Bertangga.....	19
Gambar 6. Energi Aliran pada Saluran Terbuka.....	21
Gambar 7. Kurva Energi Spesifik.....	22
Gambar 8. Model saluran dengan penampang berbentuk persegi panjang.....	45
Gambar 9. Model Ambang 3 tangga.....	45
Gambar 10. Model Ambang 5 tangga.....	46
Gambar 11. Grafik Hubungan antara kecepatan aliran dan bilangan Froude pada saluran sebelum pemasangan ambang dan setelah pemasangan ambang 3 dan ambang 5 tangga.....	59
Gambar 12. Grafik Hubungan antara kecepatan aliran dan bilangan Reynold pada saluran sebelum pemasangan ambang bertangga dan setelah pemasangan ambang 3 dan 5 tangga.....	61
Gambar 13. Grafik Hubungan antara kecepatan aliran dan energi spesifik pada saluran sebelum pemasangan ambang dan setelah pemasangan ambang 3 tangga dan ambang 5 tangga.....	68
Gambar 14. Grafik hubungan kecepatan aliran dan angka froude sebelum pemasangan ambang dan setelah pemasangan ambang 3 dan 5 tangga.....	71

Gambar 15. Grafik hubungan kecepatan aliran dan bilangan reynold sebelum pemasangan ambang dan setelah pemasangan ambang 3 dan 5 tangga..... 72



DAFTAR PERSAMAAN

persamaan 1. bilangan Reynold.....	12
persamaan 2. Angka Froude.....	15
persamaan 3. Energi spesifik.....	20
persamaan 4. Kehilangan energi.....	21
persamaan 5. Loncatan hidraulik.....	24
persamaan 6. Debit aliran.....	50
persamaan 7. Kecepatan Aliran.....	50



DAFTAR NOTASI SINGKATAN

R_e = Angka Reynold

V = Kecepatan aliran (m/det)

L = Panjang karakteristik (m), pada saluran muka air bebas $L = R$.

R = Jari – jari hidrolis saluran (m)

ν = Viskositas kinematik (m^2/det)

F_R = Angka Froude

\bar{v} = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

y = Kedalaman Air (m)

g = gaya gravitasi (m/det)

ΔE = kehilangan tinggi energi.

E_1 = tinggi energi di kaki pelimpah,

E_2 = tinggi energi di hilir pelimpah,

y_1 = kedalaman air di kaki pelimpah sebelum loncatan hidraulik,

y_2 = kedalaman air di kaki pelimpah setelah loncatan hidraulik.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sehubung dengan pemanfaatan air untuk irigasi dan kebutuhan yang lain, sering kali dibuatlah bangunan air seperti waduk, saluran, pintu air, terjunan, bendung dan lain sebagainya guna mengatur dan mengendalikan air tersebut. Untuk menyalurkan air ke berbagai tempat guna keperluan irigasi, drainase, air bersih dan sebagainya sering kali dibuat saluran dengan menggunakan saluran terbuka. (Muhammad Yunus Ali, 2018)

Saluran terbuka meliputi saluran buatan yang dibuat khusus sesuai dengan pemanfaatannya, salah satu bangunan air yang sering kita jumpai yaitu ambang. Ambang digunakan untuk menaikkan tinggi muka air serta menentukan debit aliran air. Laju aliran yang terlalu besar dapat mengakibatkan pengikisan atau gerusan berlebih pada dasar saluran. Untuk mengurangi kemampuan aliran dalam mengikis dasar saluran, maka salah satu cara adalah memperkecil kecepatan aliran, dengan memodifikasi bagian punggung ambang menjadi berterap atau menyerupai anak-anak tangga.

peredaman yang terjadi pada punggung ambang akan mengurangi laju aliran yang terjadi.

Sebagai upaya mencegah kemungkinan penerapan ambang bertangga menjadi kurang optimal, perlu diadakan suatu penelitian dengan membandingkan hubungan debit pengaliran terhadap tinggi muka air dan kecepatan dengan memperhatikan bentuk ambang, agar dapat memahami pola alirannya. Maka dari itu penulis akan mengadakan penelitian dengan judul : **“Pengaruh Variasi Ambang Bertangga Terhadap Pola Aliran Pada Saluran Terbuka (uji laboratorium)”**.

B. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana sifat aliran tanpa pemasangan ambang bertangga pada saluran terbuka ?
- 2) Bagaimana sifat aliran setelah pemasangan ambang 3 dan 5 tangga pada saluran terbuka ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Mengetahui sifat aliran tanpa ambang bertangga pada saluran terbuka
- 2) Mengetahui sifat aliran setelah pemasangan ambang 3 dan ambang 5 tangga pada saluran terbuka

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini :

- 1) Penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya bagi penulis tentang bagaimana pola aliran jika menggunakan ambang bertangga dengan bahan viber.

- 2) Dapat digunakan oleh pihak pemerintah dalam menanggulangi pola aliran menggunakan bangunan ambang bertangga.
- 3) Dari penelitian ini dapat dipahami bagaimana sifat aliran.

E. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil dalam penggunaan ambang bertangga dalam penelitian harus ditetapkan batasan masalah. Berikut batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini :

- 1) Bangunan ambang berbentuk tangga.
- 2) Pemasangan ambang ditempatkan pada bagian tengah saluran.
- 3) Tidak meneliti sedimentasi dan daerah gerusan pada saluran
- 4) Saluran yang digunakan dalam penelitian ini adalah saluran flume berbentuk persegi panjang.
- 5) Menganalisis sifat aliran
 - a) kecepatan aliran
 - b) Energi spesifik (E_s)
 - c) Froude (Fr)
 - d) Reynold (Re)

F. Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan dalam melakukan penelitian, yaitu teori tentang sungai, hidrolika sungai, pola aliran, bangunan ambang bertangga penelitian terlebih dahulu.

Bab III Metode Penelitian berisi tentang metode penelitian antara lain, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, tahapan penelitian, gambar desain ambang, dan bagan alur penelitian.

Bab IV Hasil Dan Pembahasan berisi tentang hasil penelitian yang menguraikan tentang analisa mengenai pola aliran pada saluran flume.

Bab V Penutup berisi tentang kesimpulan dan dari hasil penelitian, serta saran-saran dari penulis.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Defenisi Sungai

Sungai adalah aliran terbuka dengan ukuran geometrik (tampak lintang, profil memanjang dan kemiringan lembah) berubah seiring waktu, tergantung pada debit, material dasar dan tebing, serta jumlah dan jenis sedimen yang terangkut oleh air. Sungai juga didefenisikan sebagai aliran air permukaan yang berbentuk memanjang dan mengalir secara terus menerus dari hulu ke hilir. Sungai dapat menyesuaikan dirinya dengan perubahan yang terjadi. Proses dalam upaya penyesuaian diri sungai dilakukan dengan cara pengikisan, pengangkutan, dan pengendapan. Sungai biasanya berada dalam suatu kondisi dimana sungai tidak melakukan proses erosi ataupun deposisi. Pada kondisi ini disebut dengan kondisi keseimbangan

Mulai dari mata air bagian paling hulu di daerah pegunungan dalam perjalanannya ke daerah daratan di hilir, Aliran sungai secara berangsur-angsur berpadu dengan banyak sungai lainnya, sehingga perlahan dapat membentuk tubuh sungai tumbuh menjadi semakin besar. Apabila sungai semacam ini

mempunyai lebih dari dua cabang, maka sungai terpenting adalah sungai yang daerah pengalirannya panjang dan volume airnya paling besar, sungai ini disebut dengan sungai utama, sedangkan cabang-cabang lainnya disebut dengan anak sungai. Biasanya aliran sungai ini berakhir di sebuah danau atau laut. Sungai akan membentuk beberapa buah cabang sungai. (Adi Syaf Putra, 2011)

Sungai mengalir dari hulu dalam kondisi kemiringan lahan yang curam berturut-turut menjadi agak curam, agak landai, dan relatif rata. Arus relatif cepat di daerah hulu dan bergerak menjadi lambat dan makin lambat pada daerah hilir. Daerah sekitar sungai yang mengalirkan air ke sungai dikenal dengan daerah tangkapan air atau daerah penyangga. Kondisi suplai air dari daerah penyangga dipengaruhi oleh aktivitas dan perilaku penghuninya (Wardhana, 2001).

Sungai sebagai sumber air merupakan salah satu dari sumberdaya alam yang memiliki fungsi serba guna dalam kehidupan dan penghidupan manusia.

Menurut national geographic sungai adalah aliran besar air alami yang mengalir, sungai ditemukan disetiap benua dan dihampir setiap jenis tanah. Beberapa mengalir sepanjang tahun. Lainnya mengalir secara musiman atau

selama bulan-bulan basah. Sebuah sungai mungkin hanya beberapa kilometer panjangnya. (<https://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-sungai/>)

2. Pola Aliran

Pola aliran merupakan pola dari organisasi atau hubungan keruangan dari lembah-lembah, baik yang dialiri sungai maupun lembah yang kekeringan tidak dialiri sungai. Pola aliran di pengaruhi oleh lereng, kekerasan batuan, struktur, sejarah diastrofisme, sejarah geologi dan geo morfologi dari aliran sungai. Dengan demikian pola aliran sangat berguna dalam interpretasi kenampakan geomorfologi, batuan dan struktur geologi.

a. Hidrolika Sungai

Hidrolika adalah bagian dari hidromekanika (hydro mechanics) yang berhubungan dengan gerak air. Hidrolika juga disebut sebagai perilaku aliran. Saluran alam diantaranya yaitu semua alur air yang terdapat secara alamiah di bumi, mulai dari anak selokan kecil di pegunungan, selokan kecil, kali, sungai kecil dan sungai besar sampai ke muara sungai. Aliran air di bawah tanah dengan permukaan bebas juga dianggap sebagai saluran terbuka alamiah.

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Kajian tentang perilaku aliran dikenal dengan Mekanika Fluida (Fluid

mechanis). Hal ini menyangkut sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran dan gaya yang akan timbul di antara fluida dan pembatas (dinding). Telah diketahui secara umum bahwa akibat adanya perilaku terhadap aliran untuk memenuhi kebutuhan manusia, menyebabkan terjadinya perubahan alur aliran dalam arah horizontal maupun vertikal. (Nurnawaty, 2018)

Menurut Robert J. Kodoatie dalam bukunya yang berjudul Hidrolika Terapan tahun 2020, menyatakan bahwa aliran pada saluran terbuka merupakan aliran yang mempunyai permukaan yang bebas. Permukaan yang bebas itu merupakan pertemuan dua fluida dengan kerapatan ρ (density) yang berbeda.

Sifat-sifat hidrolis saluran alam biasanya tidak menentu. Dalam beberapa hal biasanya dibuat anggapan pendekatan yang cukup sesuai dengan pengamatan dan pengalaman sesungguhnya dengan sedemikian rupa, sehingga persyaratan aliran pada saluran ini dapat diterima guna menyelesaikan analisa hidrolika teoritis. Studi selanjutnya tentang perilaku aliran pada saluran alam diperlukan pengetahuan dalam bidang lain, seperti hidrologi, geomorfologi, angkutan sedimen dan sebagainya. Hal ini merupakan ilmu tersendiri yang disebut hidrolika sungai.

b. sifat – sifat aliran

Menurut ilmu mekanika fluida aliran fluida khususnya air diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya inersia (*inertial forces*) dengan gaya-gaya akibat kekentalannya (*viscous forces*) menjadi tiga bagian, yaitu: aliran laminer, aliran transisi, dan aliran turbulen (French, dalam Robert J. Kodatie 2009).

Aliran air yang melewati bendung adalah termasuk aliran saluran terbuka (*open channel flow*). Aliran saluran terbuka terjadi dalam bentuk yang sangat beraneka ragam, aliran tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1) Sifat aliran berdasarkan perubahan parameter aliran terhadap ruang.

(a) Aliran Seragam dan tak seragam

Aliran seragam (*uniform flow*) merupakan merupakan jenis aliran yang seragam, kata “seragam” dapat menunjukkan bahwa kecepatan aliran disepanjang saluran adalah tetap, dalam hal ini kecepatan aliran tidak tergantung pada tempat atau tidak dapat berubah menurut tempatnya, sebaliknya jika kecepatan berubah menurut tempatnya maka aliran tersebut adalah aliran tidak seragam (*nonuniform flow*). (Yuli Suharnoto, 2017)

2) Sifat aliran berdasarkan bilangan reynold

(a) Aliran laminar.

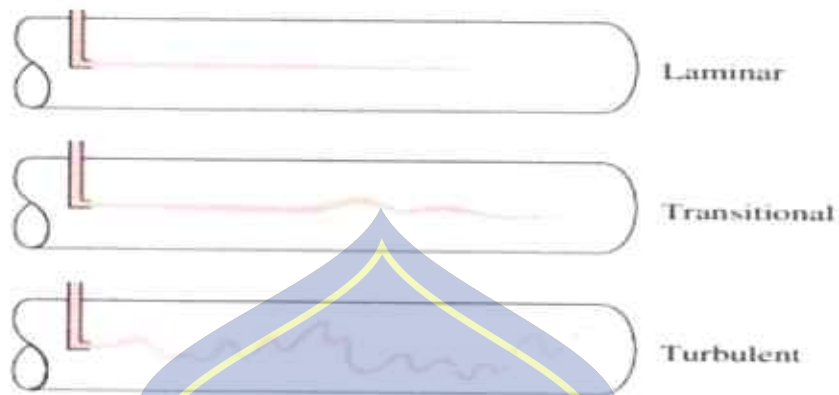
Ciri fisik aliran ini yaitu arah aliran lurus dan tidak saling memotong. Aliran laminar adalah suatu tipe aliran yang di tunjukkan berdasarkan gerak partikel cairan menurut garis garis arusnya yang halus dan sejajar. (Yuli Suharnoto, 2017)

(b) Aliran transisi

Ciri fisik aliran ini yaitu arah aliran bersifat lurus, akan tetapi di tengah-tengah aliran bersifat berbelok, tetapi belum saling memotong.

(c) Aliran turbulen.

Ciri fisik aliran ini yaitu arah aliran saling memotong dan tidak teratur, berolak. Aliran turbulen tidak memiliki garis-garis arus dan sejajar sama sekali.



Gambar 1. Jenis aliran
(Sumber: Potter, Merle C dkk, 2011)

Variable yang dipakai untuk klasifikasi ini adalah bilangan Reynold. Bilangan Reynold merupakan perbandingan dari gaya inersia terhadap kekentalan persatuan volume yang didefinisikan dengan persamaan 1, bilangan Reynold

$$R_e = \frac{VL}{\nu} \quad (1)$$

Dimana:

R_e = Angka Reynold

V = Kecepatan aliran (m/det)

L = Panjang karakteristik (m), pada saluran muka air bebas $L = R$.

R = Jari – jari hidrolis saluran (m)

ν = Viskositas kinematik (m^2/det)

Disimpulkan dari beberapa penelitian bahwa bilangan Reynold untuk saluran terbuka antara lain :

$R < 500$ = Aliran laminar

$500 < R < 12,500$ = Aliran transisi

$R > 12,500$ = Aliran turbulen

3) Sifat aliran berdasarkan angka Froude.

Apabila yang diinginkan adalah besarnya perbandingan antara gaya-gaya kelembaman dan gaya-gaya gravitasi maka aliran dapat dibagi menjadi:

(a) Aliran kritis ($Fr = 1,0$)

Apabila gaya grafitasi dan gaya kelembaman berada dalam keadaan seimbang. Penjalaran gelombang pada aliran ini hanya ke hilir.

(b) Aliran subkritis ($Fr < 1,0$)

Apabila $Fr < 1$, berarti gaya gravitas menjadi dominan. Ciri fisik aliran subkritis yaitu kecepatan aliran lambat, kurang dari kecepatan perambatan gelombang $((g.h)^{0,5})$ dan perambatan penjalaran gelombang ke hilir dan ke hulu.

(c) Aliran superkritis ($Fr > 1,0$)

Apabila $F_r > 1$, berarti gaya kelembaman yang dominan. Ciri fisik aliran superkritis yaitu kecepatan aliran deras, lebih besar daripada kecepatan perambatan gelombang dan perambatan penjalaran gelombang ke arah hilir.



Gambar 2. Pola Perambatan Penjalaran Gelombang di Saluran Terbuka

Bilangan Froude (F_r) merupakan Perbandingan gaya-gaya inersia dengan gaya-gaya gravitasi per satuan volume, atau Parameter tidak berdimensi yang membedakan tipe aliran tersebut adalah angka Froude (F_r) yaitu angka perbandingan antara gaya kelembaman dan gaya gravitasi :

$$F_r = \frac{\bar{v}}{\sqrt{gy}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

F_r = Angka Froude

\bar{v} = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

y = Kedalaman Air (m)

g = gaya gravitasi (m/det)

B. Ambang Bertangga

1. Definisi Ambang

Ambang adalah salah satu jenis bangunan air yang dapat digunakan untuk menaikkan tinggi muka air serta menentukan debit aliran air. Dalam merancang bangunan air, perlu diketahui sifat-sifat atau karakteristik aliran air yang melewatinya. Pengetahuan ini diperlukan dalam perencanaan bangunan air untuk pendistribusian air maupun pengaturan sungai.

Ambang adalah bangunan yang diletakkan melintang pada suatu aliran dengan maksud untuk menaikkan elevasi muka air. Pada peristiwa loncat air terjadi perubahan karakteristik aliran air dari aliran superkritis menjadi subkritis. Pada desain ambang digunakan untuk meredam energi aliran pada saluran.

Ambang bertangga merupakan modifikasi saluran peluncur dengan membuat beberapa tangga yang diletakkan di tengah saluran. Tujuan utama dari ambang bertangga adalah meningkatkan peredaman energi karena masuknya udara pada dasar aliran semu (pseudo bottom) dan mengurangi kelebihan energi kinetik yang terjadi pada saluran luncur. Pada ambang bertangga, kecepatan aliran berkurang karena peredaman yang diakibatkan oleh anak-anak tangga. Tangga bertindak seperti bangunan terjun kecil yang ditempatkan secara berseri dan tiap tangga juga bertindak sebagai peredam energi kecil bagi tangga sebelumnya. Keuntungan dari ambang bertangga adalah kemudahan konstruksi, pengurangan potensi resiko kavitasi. (Denik Sri Krisnayanti, 2017)

Pada bendung bertangga dengan kondisi aliran tenggelam, aliran yang melimpas pada anak-anak tangga berkembang dan berputar membentuk pusaran air pada sumbu horizontal di bawah dasar saluran semu dengan dibatasi ujung tangga. Pusaran air tersebut membawa turbulensi tegangan geser antara aliran utama dengan pusaran aliran di bawah tangga. Hambatan aliran adalah jumlah hambatan permukaan dan hambatan dari pengaruh struktur tangga. Estimasi hambatan aliran ini diperlukan dalam memperhitungkan kehilangan energi akibat gesekan.

Faktor gesekan pada bendung bertangga mempengaruhi tingkat kehilangan energi. Semakin tinggi faktor gesekan, maka kecepatan aliran semakin berkurang. Kecepatan aliran yang berkurang mengakibatkan konsentrasi udara menurun. Konsentrasi udara pada aliran yang menurun akan mengakibatkan energi kinetik juga menurun. Energi kinetik yang menurun akan mengakibatkan peredaman energi yang lebih tinggi. Sehingga pengurangan resiko kavitasi pada bendung bertangga dapat diatasi jika kecepatan yang melimpas pada saluran bendung bertangga adalah rendah. (Denik Sri Krisnayanti, 2017)

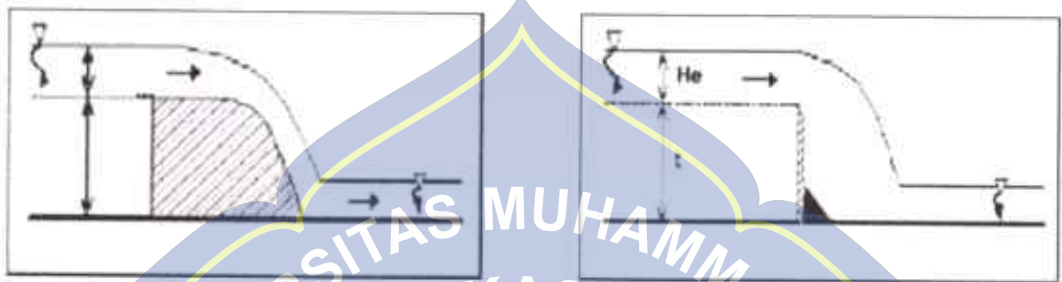
2. Bentuk-bentuk Ambang.

Aliran pada ambang merupakan aliran berubah tiba-tiba. Selain itu, dengan memperhatikan aliran pada ambang dapat dipelajari karakteristik dan sifat aliran secara garis besar. Ambang terbagi 2 yaitu ambang lebar dan ambang tajam. Fungsi penggunaan ambang lebar dan ambang tajam adalah:

1. Ambang tersebut menjadi model untuk diaplikasikan dalam perancangan bangunan pelimpah pada waduk dan sebagainya.

2. Bentuk ambang ini adalah bentuk yang sederhana untuk meninggikan muka air. Sebagai contoh aplikasi, air yang melewati ambang lebar akan memiliki

energi potensial yang lebih besar sehingga dapat dialirkan ke tempat yang lebih jauh dan dapat mengairi daerah yang lebih luas.

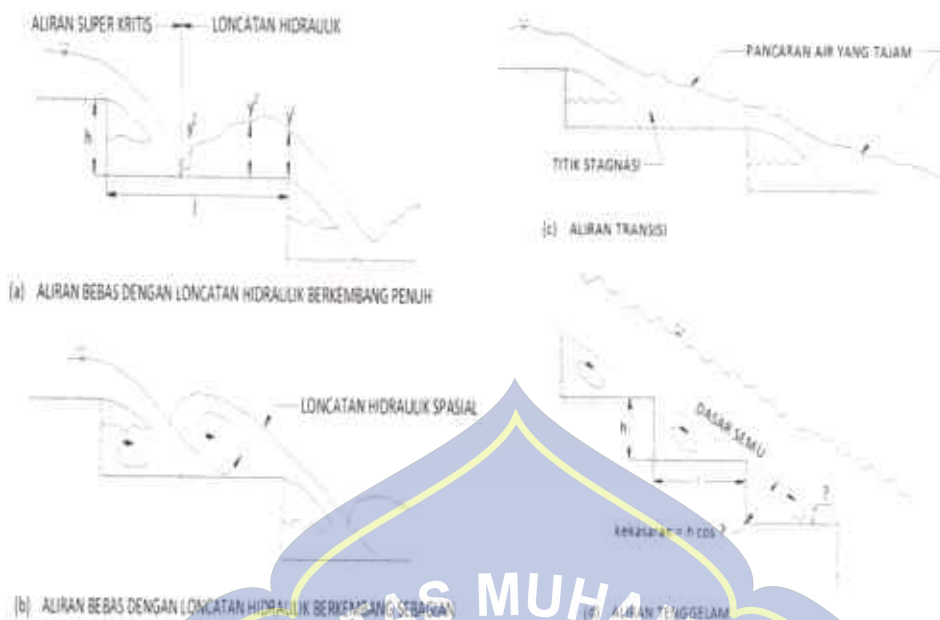


Gambar 4. Ambang lebar

Gambar 3. Ambang tajam

3. Regim aliran pada Ambang Bertangga.

Aliran yang melimpas pada Ambang dengan permukaan bertangga diklasifikasikan menjadi tiga tipe, yaitu aliran bebas (*sappe flow*), aliran transisi (*transition flow*) dan aliran tenggelam (*skimming flow*) seperti pada gambar :



Gambar 5. Regim Aliran di Peluncur Ambang Bertangga

Sumber: Khatsuria (2005)

Aliran bebas ditandai oleh serangkaian aliran yang jatuh bebas menimpa pada tangga di bawahnya dan diikuti oleh sebuah loncatan hidraulik sempurna atau sebagian. Kondisi ini mungkin berlaku untuk debit kecil atau ambang dengan kemiringan hilir yang relatif datar.

Aliran transisi terjadi karena meningkatnya debit air sehingga rongga udara terbentuk di bawah aliran bebas yang jatuh pada anak tangga berikutnya dengan pancaran air yang kuat melimpas pada ujung tangga mendekati kondisi stagnasi. Regim ini ditandai dengan aerasi yang signifikan, percikan air, dan permukaan aliran yang turbulen.

Dalam aliran tenggelam, air mengalir melalui permukaan bertangga sebagai suatu aliran yang tidak terputus. Di bagian hulu dekat puncak, alirannya nampak halus dan tidak terjadi pemasukan udara, namun di bagian

hilirnya karakteristik aliran sebagian besar mengandung udara dan terjadi pusaran air yang kuat di setiap kaki tangga. Oleh karena itu peredaman energinya sebagian besar ditentukan oleh perpindahan momentum antara aliran utama dan putaran air yang terjebak di antara tangga. Semakin tinggi kecepatan aliran, maka titik pemasukan udara akan mendekati hilir kaki bendung. Hal ini menjadi rawan terhadap resiko kavitasi.

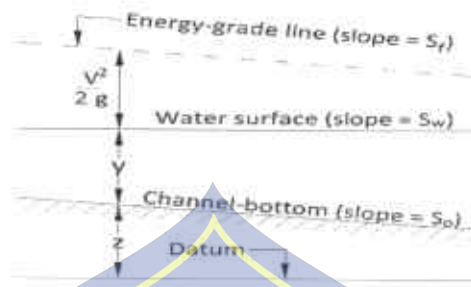
C. Kehilangan Energi.

Fenomena loncatan hidraulik memudahkan dalam melakukan proses pada desain kolam olak pada hilir bendung yang lebih praktis. Kehilangan energi pada loncatan adalah sama dengan perbedaan energi spesifik sebelum dan sesudah terjadinya loncatan.

1) Energi spesifik

Energi spesifik adalah energi relatif terhadap dasar saluran. Besarnya energi (E) ini seperti digambarkan pada Gambar 2 adalah:

$$E = \frac{v^2}{2g} + y \dots \dots \dots (3)$$



Gambar 6. Energi Aliran pada Saluran Terbuka

Sumber: Chaudhry (2008)

Besarnya kehilangan energi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{(y_2 + y_1)^3}{4y_1 y_2} \quad (4)$$

Keterangan:

ΔE = kehilangan tinggi energi;

E_1 = tinggi energi di kaki pelimpah;

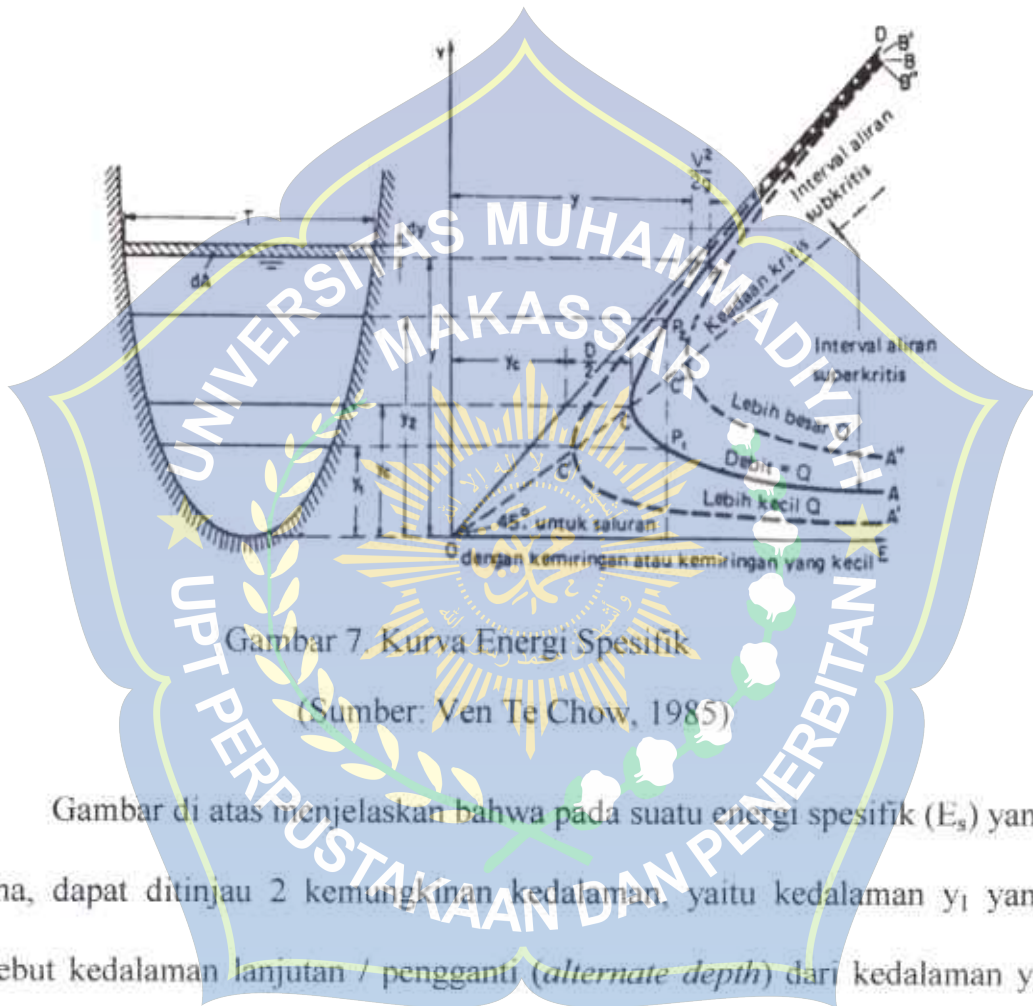
E_2 = tinggi energi di bibir pelimpah;

y_1 = kedalaman air di kaki pelimpah sebelum loncatan hidraulik;

y_2 = kedalaman air di kaki pelimpah setelah loncatan hidraulik.

Persamaan di atas menunjukkan bahwa energi spesifik sama dengan jumlah kedalaman air dan tinggi kecepatan. Dapat dilihat bahwa untuk suatu penampang saluran dan debit Q tertentu, energi spesifik dalam penampang saluran hanya merupakan fungsi dari kedalaman aliran. Bila kedalaman aliran

digambarkan terhadap energi spesifik untuk suatu penampang saluran dan debit tertentu, maka akan diperoleh kurva energi spesifik sebagai berikut :



Gambar 7. Kurva Energi Spesifik

(Sumber: Ven Te Chow, 1985)

Gambar di atas menjelaskan bahwa pada suatu energi spesifik (E_s) yang sama, dapat ditinjau 2 kemungkinan kedalaman, yaitu kedalaman y_1 yang disebut kedalaman lanjutan / pengganti (*alternate depth*) dari kedalaman y_2 , begitu juga sebaliknya. Energi spesifik akan mencapai minimum pada titik C. Pada Titik tersebut kedua kedalaman seolah-olah menyatu dan dikenal sebagai kedalaman kritis (*critical depth*) y_c . Apabila kedalaman aliran melebihi kedalaman kritis, kecepatan aliran lebih kecil dari pada kecepatan kritis untuk suatu debit tertentu, dan aliran disebut sub-kritis. Akan tetapi bila kedalaman

aliran kurang dari kedalaman kritis, aliran disebut super-kritis. Sehingga dapat dinyatakan bahwa y_1 merupakan kedalaman aliran super- kritis dan y_2 adalah kedalaman aliran sub-kritis.

2) Loncatan air.

Apabila tipe aliran di saluran berubah dari aliran superkritis menjadi subkritis maka akan terjadi loncat air. Keadaan ini terjadi misalnya pada kaki bangunan pelimpah dengan aliran di bagian hulu adalah superkritis menjadi subkritis. Kedua tipe aliran tersebut terdapat daerah transisi, yaitu loncat air. Pada loncat air, kecepatan aliran berkurang secara mendadak dan kedalam air bertambah dengan cepat. (Bambang Triadjmojo, 2011)

Panjang loncat air, tidak ada rumus teoritis yang dapat digunakan untuk menghitungnya. Panjang loncat air dapat ditentukan dengan percobaan di laboratorium.

Loncatan hidraulik adalah transisi cepat dari superkritis untuk aliran subkritis. Ini adalah proses turbulensi yang ekstrim, yang ditandai dengan turbulensi skala besar, gelombang permukaan dan deburan, peredaman energi dan entrainment udara. Panjang loncatan hidraulik adalah jarak antara permukaan depan loncatan hidraulik sampai suatu titik pada permukaan gulungan ombak yang segera menuju ke hilir.

Panjang loncatan hidraulik (L_j) merupakan parameter yang penting dan berpengaruh terhadap ukuran kolam olak. Peterka (1984) meneliti bahwa akhir loncatan hidraulik diasumsikan sebagai posisi dimana kecepatan pancaran tertinggi yang mulai terlepas dari dasar dan kemudian meluncur ke arah hilir. Hasil dari penelitian Peterka ini adalah salah satu yang sering digunakan untuk menghitung panjang loncatan hidraulik pada kolam olak.

Beberapa peneliti menetapkan bahwa panjang loncatan hidraulik (L_j) adalah:

$$L_j = 8,5 (y_2 - y_1) \quad (5)$$

Sebagian besar peneliti menyatakan bahwa $L_j/y_2 = f(Fr_1)$ dengan asumsi interval $2 \leq Fr_1 \leq 20$.

Kolam olak sebagai tempat peredaman energi dirancang untuk menghilangkan kelebihan energi kinetik pada akhir saluran peluncur bendung sebelum menuju hilir. Dalam regim aliran tenggelam, aliran yang bergerak meluncur turun pada tubuh bendung didukung oleh vortisitas di dasar tangga. Oleh karena itu sebagian besar energi diredam pada tekanan pusaran yang menerus (Rajaratnam, 1990).

D. Matriks Jurnal

Adapun beberapa jurnal yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini. Jurnal yang digunakan kemudian di rangkum dalam satu tabel matriks guna mempermudah melihat isi jurnal tersebut.

Matrik jurnal dapat dilihat pada tabel berikut :



Tabel 1. Matriks Jurnal

No	Nama Penulis	Judul	Tujuan Penelitian	Hasil/Outcome	Kesamaan Penelitian	Variabel yang diteliti
1.	Denik Sri Krisnantanti, Very Dermawan, M. Sholichin, Suhardjono & Dian Noorvy Khaerudin	BENDUNG BERTANGGA SEBAGAI ALTERNATIF PADA PERENCANAAN BANGUNAN IRRIGASI	Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan mengetahui keunggulan bendung bertangga dengan melakukan variasi perlakuan model meliputi sudut kemiringan, jumlah anak tangga dan nilai bilangan Froude	Faktor gesekan Darcy-Weisbach pada bendung bertangga ($f = 0,511$) mampu memberikan peredaman energi lebih baik dibanding bendung halus ($f = 0,18$). Peningkatan kemiringan pada muka hilir bendung juga akan meningkatkan aerasi dan berpengaruh terhadap kadar oksigen terlarut di dalam aliran. Peningkatan nilai kehilangan energi relatif tersebut akan berpengaruh terhadap panjang kolam olak di hilir bendung, oleh karena itu penggunaan bendung bertangga pada bangunan irigasi dapat	Penelitian ini sama-sama menguji dan mengetahui keunggulan ambang bertangga dengan variasi model	1) Variabel terikat: a) kehilangan energi (ΔE), b) tinggi energi awal (E_0) c) kedalaman aliran di kaki pelimpah (y_1), d) kedalaman aliran setelah loncatan air

		<p>menjadi alternatif untuk menekan biaya konstruksi pada tubuh bendung. Untuk penelitian selanjutnya perlu adanya variasi pada sudut kemiringan (θ) dan jumlah tangga (N) yang sama untuk mengkaji lebih dalam pengaruhnya terhadap kehilangan energi relative ($\Delta E/E0$). Pengamatan lebih dalam terhadap semburan aliran dari hulu hingga kaki bendung juga diperlukan untuk perencanaan tinggi dinding pengarah aliran (training wall) yang lebih detil. Penggunaan bendung bertangga di Jepang harus diperhitungkan secara tepat analisis debit banjir yang melimpas di atas mercu bendung</p>	<p>(y2), e) kecepatan aliran (v), f) tinggi kekasaran permukaan (ks) g) panjang loncatan air (Lj), 2) Variabel bebas: a) kemiringan pelimpah (θ) b) kedalaman air kritis (yc), c) tinggi tangga (h), d) panjang</p>
--	--	---	---

2.	Nenny & Hamzah Al Imran	STUDI EKSPERIMEN MODEL PEREDAM ENERGI TERHADAP LONCATAN HIDROLIK PADA KOLAM OLAKAN	<p>Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi model peredam energi terhadap loncatan hidrolis pada kolam olakan, mengetahui sifat aliran di bilir kolam olakan pada setiap variasi model peredam energi</p>	<p>Berdasarkan hasil pengamatan dari beberapa variasi model peredam energi (MPE) sangat berpengaruh terhadap loncatan hidrolis, dimana model peredam energi yang tidak dilengkapi baffle block (MPE-1) loncatan yang terjadi sangat besar yaitu dengan tinggi 0,109 m sedangkan model peredam energi (MPE) yang dilengkapi baffle block yaitu 0,021 m. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya baffle block pada kolam olak sangat mempengaruhi besarnya loncatan. Sifat aliran yang terjadi pada setiap perubahan model peredam energi (MPE) adalah aliran superkritis menjadi subkritis. Dan</p>	<p>Persamaan dari penelitian ini adalah membahas pengaruh variasi model peredam energi terhadap karakteristik aliran</p>	<p>$Fr = \frac{V}{\sqrt{(g.d)}}$</p> <p>Untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi dalam proses pengaliran dalam saluran</p> <p>Q = Debit aliran (m³/dtk)</p> <p>v = Kecepatan aliran (m/dtk)</p>
----	-------------------------	--	---	--	--	--

		<p>KARAKTERISTIK ALIRAN PADA BANGUNAN PELIMPAAH TIPE OGEE</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh bangunan pelimpah tipe ogee 1:1 terhadap karakteristik aliran pada saluran terbuka dan untuk mengetahui energi spesifik yang terjadi pada pelimpah tersebut</p>	<p>hasil pengamatan karakteristik aliran yang terjadi adalah aliran turbulen (aliran tidak seragam).</p> <p>Adapun kesimpulan pada penelitian pengaruh bangunan pelimpah tipe ogee 1:1 terhadap karakteristik aliran pada saluran terbuka adalah:</p> <p>1). Pengaruh bangunan pelimpah tipe ogee 1:1 dapat mengubah aliran superkritis menjadi aliran kritis dan subkritis pada bagian hilir.</p> <p>2). Energi spesifik bergantung pada tinggi muka air dimana semakin tinggi muka air maka semakin rendah energi spesifik yang terjadi.</p>	<p>Persamaan dari penelitian ini adalah membahas tentang karakteristik aliran pada saluran terbuka</p>	<p>Rumus umum yang digunakan untuk mengukur debit adalah:</p> $Q = V \cdot A$ <p>dimana,</p> <p>Q = debit (m³/det)</p> <p>V = kecepatan aliran rata-</p>
<p>3.</p> <p>Muhammad Yunus Ali, Husaiman & Muh. Ilham Nur</p>						

						rata (m/det) A = luas penampang melintang saluran (m ²)
4. Prastumi	PENGARUH VARIASI TIPE PEREDAM ENERGI TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROLIKA SALURAN PELIMPAH BENDUNGAN STUDI KASUS UJI MODEL PELIMPAH BENDUNGAN JEHEM –BALI	Penelitian ini bertujuan untuk menemukan desain peredam energi yang berupa kolam olakan yang cocok untuk meredam energi dengan kecepatan aliran yang sangat tinggi dari pengaliran pelimpah dengan menggunakan variasi debit banjir rancangan Q2th, Q10th, Q20th,	Berdasarkan hasil dari penelitian, pengolahan data, perhitungan dan analisis statistik dapat disimpulkan bahwa, pada penggunaan bangunan peredam energi tipe kolam olakan datar pada Waduk Jehem Bangli Bali antara lain sebagai berikut. 1. Kolam olakan datar tipe I (USBR 1) bisa dipergunakan untuk mengalirkan debit yang relatif kecil pada Bendungan Jehem. 2.	Persamaan dari penelitian ini adalah menguji tipe peredam energy yang cocok untuk meredam kecepatan aliran	Untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi dalam proses pengaliran dalam saluran	$Fr = \frac{V}{\sqrt{(g \cdot d)}}$ Q = Debit

	<p>Q100th, Q1000th, serta QPMF dan menghindarkan gerusan lokal yang membahayakan morfologi di hilir bendung dengan mempertimbangkan degradasi dasar sungai yang mungkin terjadi</p>	<p>Kolam olakan datar type II (USBR II) tidak bisa dipakai pada Bendungan Jhem karena semua hasil perhitungan dan penelitian tidak sesuai dengan kriteria. Kolam olakan tipe ini cocok dipakai untuk aliran dengan tekanan hidrostatis yang tinggi dan debit yang besar juga dengan angka Froude > 4.5. Gigi-gigi pemancar aliran berfungsi untuk meningkatkan efektivitas peredaman sedangkan ambang bergigi berfungsi sebagai penstabilan loncatan hydrolis.</p>	<p>aliran (m³/dtk)</p>
		<p>3. Kolam olakan datar type III (USBR III) tidak bisa dipakai pada Bendungan Jhem, karena pada tipe III lebih sesuai untuk mengalirkan air dengan</p>	

tekanan hidrostatik yang lebih rendah dan debit yang kecil ($q < 18,5 \text{ m}^3/\text{det}/\text{m}$, $Fr > 4,5$ dan $V < 18 \text{ m/det}$)

4. kolam olakan datar tipe IV (USBR IV) bias dipakai pada Bendungan jehem, karena pada tipe IV cocok untuk di gunakan dengan tekanan hidrostatik rendah, dan debit besra akan tetapi harus dibatasi oleh angka froude antara 2,5 sampai 4,5

5. dari beberapa kesimpulan di atas tipe kolam olakan datar yang bias di pakai untuk bedung jehem adalah kolam olakan datar tipe I (USBR I), kolam olakan datar tipe IV (USBR IV). Akan tetapi dari kesimpulan tersebut

			<p>harus dilakukan perubahan struktur bedungan agar di dapat hasil yang maksimal.</p> <p>Disamping perhitungan-perhitungan hidrolika serta pertimbangan-pertimbangan kondisi-kondisinya, pemilihan bangunan peredam energi tipe kolam olakan datar yang paling cocok untuk bangunan pelimpah masih harus dilakukan juga penelitian-penelitian pada uji model di laboratorium dengan skala tertentu agar didapatkan suatu hasil yang maksimal.</p>		
5.	Ulin Nurul, Very Dermawan & Sebrian Mirdeklis	ANALISIS PEREDAMAN ENERGI DAN TITIK AWAL PEMASUKAN	<p>Tujuan dari penelitian ini antara lain mengetahui kondisi peredaman energi yang terjadi</p> <p>Berdasarkan dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa kehilangan energi relatif di kaki pelimpah ($\Delta E_v/E_o$) pada pelimpah</p>	<p>Kesamaan pada penelitian ini adalah menguji</p>	<p>a. Parameter kelompok yang ditetapkan dalam</p>

<p>Beselly Putra</p>	<p>UDARA PADA PELIMPAH BERTANGGA SUDUT 45° DENGAN UJI MODEL FISIKA HIDRAULIK</p>	<p>pada pelimpah tipe ogee, pelimpah bertangga untuk jumlah anak tangga 20 dan 40 baik menggunakan sill ataupun tidak (datar), serta mengetahui perbandingan titik awal pemasangan udara (inception point) pada sebuah pelimpah bertangga hasil dari perhitungan teoritis dengan pengukuran pada model fisik.</p>	<p>ogee memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan pelimpah bertangga. Kehilangan energi relatif semakin meningkat dengan bertambahnya jumlah tangga. Dengan adanya penambahan sill pada anak tangga tersebut memberikan penambahan kehilangan energi relatif sebesar 1,36 - 2%. Pada titik awal pemasangan udara dan kedalaman pada titik awal pemasangan udara dilakukan perbandingan teoritis menggunakan metode Chanson, Matos dkk, dan Boes Minor dengan model fisik. Kedalaman titik awal pemasangan udara menghasilkan kesalahan relatif kurang dari 10%.</p>	<p>model peredam energy aliran air</p>	<p>penelitian, antara lain: - Lebar dasar saluran (B) - Lebar (Bp) dan tinggi (Hp) pelimpah b. Variabel Tergantung: - Kehilangan energi relatif (ΔE) - Energi hulu (E_o) - Titik awal pemasangan udara (L_i) - Kedalaman</p>
----------------------	---	---	---	--	---

loncatan air (Lj)	c. Variabel yang diatur:	- Kedalaman kritis dipelimpah (yc)	- Tinggi tangga (h) - Panjang tangga (l)	d. Variabel yang lain:	- Percepatan gravitasi	1) Air dialirkan dengan debit(Q) yang telah
						Kesamaan
						dari penelitian ini adalah tipe variasi
						Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan
						saluran dapat dihindari. Penelitian ini berusaha mengamati dan
						PENGARUH PELIMPAH BERTANGGA TIPE AKAR TERPOTONG
6.	Muhammad Yusuf & Gurawan Djati					

Wibowo	<p>TERHADAP PANJANG LONCAT AIR DAN KEHILANGAN ENERGI PADA KOLAM OLAK</p>	<p>meneliti pengaruh dari kemiringan tubuh bendung terhadap panjang loncat air pada pelimpah bertangga akar terpotong. Dari penelitian ini dapat diketahui kemiringan bendung yang paling efektif untuk meredam panjang loncat air.</p>	<p>sebagai berikut :</p> <p>1. Untuk meredam panjang loncat air pada penelitian ternyata bendung dengan sudut kemiringan tubuh bendung 60o bertangga merupakan susunan serta bentuk paling efisien meredam panjang loncat air (Lj) dan mendapatkan panjang loncat air yang paling pendek.</p> <p>2. Pengaruh variasi kemiringan tubuh bendung terhadap panjang loncat air di hilir bendung pada pelimpah polos dan pelimpah bertangga. Urutan bendung yang dapat meredam energi paling efektif adalah bendung dengan kemiringan 45o, 50o, 55o</p>	<p>model yang paling efektif untuk meredam loncatan air.</p>	<p>ditentukan.</p> <p>2) Mengukur kedalaman air di hulu (h_0).</p> <p>3) Mengukur kedalaman air di hilir (h_2).</p> <p>4) Mengukur panjang loncatan air (Lj) dengan membaca gelembung-gelembung aliran yang terjadi.</p>
--------	---	---	---	--	--

		<p>UJI MODEL PENGARUH BENTUK PELIMPAH TERHADAP KARAKTERISTIK PENGALIRAN</p>	<p>Tujuan dari penelitian kali ini adalah Untuk mengetahui pengaruh perubahan bentuk pelimpah terhadap tinggi muka air, kecepatan dan karakteristik pengaliran</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka disimpulkan: 1. Pengaruh bentuk pelimpah terhadap tinggi muka air dan kecepatan untuk di hulu dan di atas pelimpah tinggi muka air tertinggi adalah tertetak pada bentuk pelimpah setengah lingkaran (hulu 0,0840, di atas pelimpah 0,0440 dan hilir 0,0047), dan kecepatan tercepat terjadi pada bentuk pelimpah segitempat (0,0303 m/det), di atas (0,0821 m/det) dan di hilir</p>	<p>Kesamaan pada penelitian ini adalah mengetahui perubahan bentuk ambang terhadap kecepatan pengaliran</p>	<p>$Fr = \frac{V}{\sqrt{(g \cdot d)}}$</p> <p>Untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi dalam proses pengaliran dalam saluran</p>
7.	<p>Fenty Daud, Nurmawaty, Andi Reza Gifari & Andi Asmi Rani</p>			<p>,60o untuk bendung polos, sedangkan untuk bendung pelimpah bertangga juga sama dengan kemiringan 45o ,50o ,55o ,60o .</p>		

				<p>(0,2820 m/det).</p> <p>2. Pengaruh bentuk pelimpah terhadap jenis aliran pada semua bentuk pelimpah, untuk di hulu dan di atas pelimpah aliran subkritis ($Fr < 1$) sedangkan di hilir pelimpah terjadi aliran superkritis ($Fr > 1$).</p>		
<p>8. Ady Syaf Putra</p>	<p>ANALISIS DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN SUNGAI MUSI (RUAS SUNGAI : PULAU KEMARO SAMPAI DENGAN MUARA SUNGAI KOMERING)</p>	<p>Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :</p> <p>1. Mengetahui distribusi kecepatan aliran dari setiap cross section /potongan melintang di lapangan, lalu membuat pemodelan dengan aplikasi</p>	<p>Berdasarkan hasil perhitungan dan penelitian data yang didapat pada Sungai Musi (Ruas Sungai Pulau Kemaro Sampai Dengan Muara Sungai Komering) maka diambil kesimpulan sebagai berikut</p> <p>1. Distribusi kecepatan aliran maksimum pada aliran sungai bagian (1) rata/rata terdapat pada bagian kanan sungai. Hal ini diakibatkan kedalaman</p>	<p>Berdasarkan hasil perhitungan dan penelitian data yang didapat pada Sungai Musi (Ruas Sungai Pulau Kemaro Sampai Dengan Muara Sungai Komering) maka diambil kesimpulan sebagai berikut</p> <p>1. Distribusi kecepatan aliran maksimum pada aliran sungai bagian (1) rata/rata terdapat pada bagian kanan sungai. Hal ini diakibatkan kedalaman</p>		

	<p>2. Mengetahui jenis aliran yang terjadi pada aliran lurus maupun tikungan dari pengaruh kecepatan aliran sungai.</p> <p>3. Hasil dari analisis distribusi kecepatan aliran pada potongan melintang dapat dibuat pemodelan dengan aplikasi agar mengetahui pola kecepatan aliran tersebut</p>	<p>pada titik tinjau ke/8 lebih dalam dibandingkan dengan titik tinjau pada bagian kiri sungai.</p> <p>Disamping itu pada potongan melintang 4 terdapat kapal/kapal besar yang menghalangi arus aliran sungai sehingga terganggunya kecepatan aliran pada daerah tersebut.</p> <p>Distribusi kecepatan maksimum pada aliran sungai bagian (2) terdapat pada potongan melintang 15. Pada potongan melintang tersebut terjadi tikungan aliran sungai ke arah kanan yang menyebabkan kecepatan tertinggi terdapat pada titik tinjau ke/1 yaitu pada tikungan terluar aliran sungai.</p>		
		<p>2. Setelah didapat</p>		

<p>data/data kecepatan dan kedalaman saluran, maka dilakukan pemodelan sungai dengan menggunakan program</p>	<p>Pada potongan melintang 10 terjadi 2 kecepatan tertinggi yaitu pada titik tinjau ke 3 dan titik tinjau ke 8, hal ini diindikasikan terjadi suatu pusaran yang disebut 1 9& 9& terjadi jika aliran terhalang oleh sesuatu, menghasilkan aliran dengan arah berbalik yang nantinya akan menghasilkan pusaran. Keberadaan 9& dicirikan dengan tingginya koefisien gesek pada aliran turbulen.</p> <p>3. Pada perhitungan debit terjadi perbedaan baik pada debit yang masuk maupun debit pada potongan melintang</p>
--	--

terakhir disebabkan karena adanya beberapa anak sungai yang sangat mempengaruhi baik dari

kecepatan aliran pada pinggiran sungai maupun

debit aliran. Dapat disimpulkan jika semakin tinggi kecepatan aliran dan

luas area penampang saluran, maka semakin besar pula debit yang dihasilkan.

4. Dari angka Reynolds dan angka Froude yang didapat. Jenis aliran pada kedua bagian saluran ini adalah turbulen karena angka $Re > 1000$, dan merupakan jenis aliran

subkritis karena angka $Fr < 1$. Pada umumnya saluran

terbuka adalah aliran turbulen

percobaan 367 cm.

penampang persegi panjang dengan lebar 27,9 cm, tinggi 29 cm, dan panjang

Penelitian ini menggunakan saluran flume yang mempunyai bentuk

C. Model Saluran

Muhammadiyah Makassar

didapatkan dari pemodelan fisik di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas

Pada penelitian ini akan menggunakan data primer yakni data yang

B. Metode Pengambilan Data

waktu bulan Februari 2021 sampai selesai

Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, penelitian dilakukan dalam

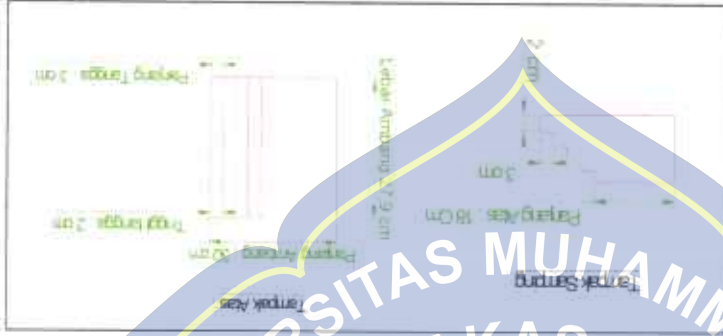
Lokasi penelitian Pola aliran bertempat di Laboratorium Fakultas

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

METODE PENELITIAN

BAB III

Gambar 9. Model Ambang 3 tangga



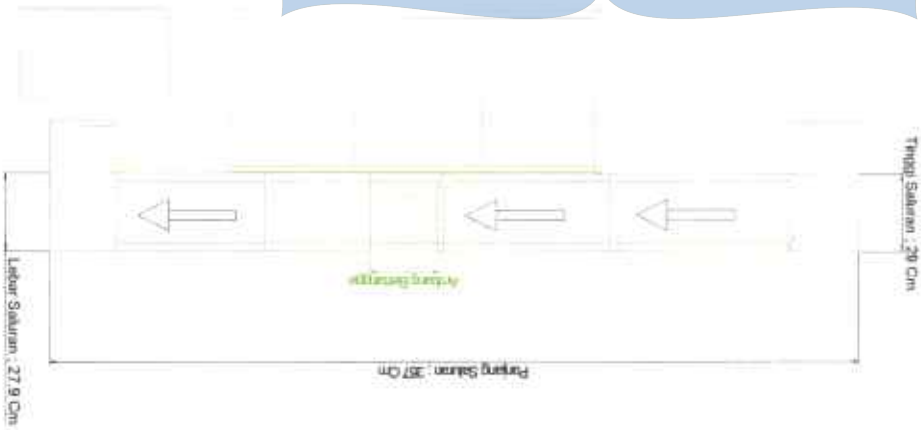
tengah saluran.

anak tangga 3 cm, dan panjang anak tangga 4 cm. Ambang diletakkan di tinggi ambang 11,5 cm lebar ambang 27,9 cm, panjang ambang 30 cm, tinggi Penelitian ini menggunakan model ambang berbentuk tangga dengan

1. Model Ambang 3 tangga

D. Model Ambang bertangga.

Gambar 8 Model saluran dengan penampang berbentuk persegi panjang



Flowchart Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui sifat aliran yang terjadi sebelum dan setelah melauai ambang bertangga dan menganalisa sifat alirannya

1. Sifat Aliran

a. Kalibrasi Data

Tangki yang digunakan untuk mengkalibrasi mesin air dan bangunan ukur debit dalam penelitian ini digunakan bak persegi empat. Tangki mempunyai dimensi lebar = 1,20 m, panjang = 1,20 m serta tinggi (t) = 1 m. Volume tangki dapat di lihat pada perhitungan berikut

$$\begin{aligned}\text{volume tangki} &= P \times L \times t \\ &= 1,20 \text{ m} \times 1,20 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1,44 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Ukuran satuan liter dari $1 \text{ m}^3 = 1000$ liter. Jadi tangki yang di gunakan dapat menampung air sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Debit air } q_3 (30^\circ) &= \frac{\text{Volume air}}{\text{waktu pengaliran}} = \frac{1440 \text{ liter}}{900 \text{ detik}} \\ &= 1,6 \text{ liter/dtk} \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} \times 1,6 \text{ liter/dtk}$$

$$= 0,8 \text{ liter/dtk}$$

b. Debit Aliran (Q)

Perhitungan debit pengaliran diperoleh dengan menggunakan data parameter-parameter hasil pengamatan. Dalam penelitian ini menggunakan 3 variasi debit untuk memperoleh 3 variasi kecepatan yang berbeda, di antaranya $q_1 (90^\circ) = 1,6 \text{ liter/dtk}$, $q_2 (60^\circ) = 1,2 \text{ liter/dtk}$, dan $q_3 (30^\circ) = 0,8 \text{ liter/dtk}$. Hasilnya terlihat pada perhitungan di bawah ini :

- $q_1 (90^\circ) = 1,6 \text{ liter/dtk}$ (variasi debit pada bukaan 90°)

Diketahui :

$V = 0,280 \text{ m/dtk}$ (nilai kecepatan aliran sebelum pemasangan ambang)

$A = 0,002 \text{ m}^2$ (nilai luas penampang basah)

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,002 \text{ m}^2 \times 0,280 \text{ m/dtk}$$

$$Q = 0,00070 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Untuk hitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 2,3, dan 4 berikut :

Tabel 2. Sebelum pemasangan ambang bertangga

Tanpa ambang	kecepatan aliran	TMA	Lebar Saluran	Luas Penampang Basah	Keliling Basah	Jari-jari Hidrolis	Debit
	(m/dtk)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m ³ /dtk)
q	V	H	B	A (b*h)	P (2h+b)	R (A/P)	Q (V*A)
q ₁	1,6	0.280	0.008	0.002	0.296	0.0079	0.00070
q ₂	1,2	0.211	0.007	0.279	0.002	0.294	0.00043
q ₃	0,8	0.111	0.006	0.002	0.291	0.0058	0.00019

Tabel 3. Setelah pemasangan ambang dengan 3 tangga

Ambang 3 tangga	kecepatan aliran	TMA	Lebar Saluran	Luas Penampang Basah	Keliling Basah	Jari-jari Hidrolis	Debit
	(m/dtk)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m ³ /dtk)
q	V	H	B	A (b*h)	P (2h+b)	R (A/P)	Q (V*A)
q ₁	1,6	0.278	0.084	0.023	0.447	0.052	0.0065
q ₂	1,2	0.244	0.082	0.279	0.023	0.442	0.0056
q ₃	0,8	0.122	0.076	0.021	0.432	0.049	0.0026

Tabel 4. Setelah pemasangan ambang dengan 5 tangga

Ambang 5 tangga	kecepatan aliran	TMA	Lebar Saluran	Luas Penampang Basah	Keliling Basah	Jari-jari Hidrolis	Debit
	(m/dtk)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m ³ /dtk)
q	V	H	B	A (b*h)	P (2h+b)	R (A/P)	Q (V*A)
q ₁	1,6	0.267	0.075	0.021	0.428	0.049	0.0056
q ₂	1,2	0.178	0.072	0.279	0.423	0.047	0.0036
q ₃	0,8	0.100	0.070	0.019	0.418	0.046	0.0019

c. Hubungan Kecepatan Aliran Dengan Bilangan Froude

Bilangan froude adalah perbandingan gaya inersia dengan berat suatu aliran. Dengan demikian, bilangan Froude merupakan fungsi dari semua peristiwa pola aliran yang berada dalam saluran. Hal ini bahwa bilangan Froude sangat penting dalam menentukan kondisi aliran pada saat aliran kritis, subkritis, maupun super kritis.

Untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi dalam proses pengaliran dalam saluran dapat dijabarkan berdasarkan dengan bilangan Froude (Fr), sebagai berikut :

Hasil perhitungan bilangan Froude pada berbagai debit dan waktu yang di gunakan dalam penelitian dapat dilihat dari perhitungan berikut :

- $q_1 (90^\circ) = 1,6 \text{ liter/dtk}$ (variasi debit pada bukaan 90°)

Diketahui :

$V = 0,280 \text{ m/dtk}$ (nilai kecepatan aliran sebelum pemasangan ambang)

$y = 0,008 \text{ m}$ (nilai kedalaman air)

$g = 9,81$

$$Fr = \frac{\bar{v}}{\sqrt{g \cdot y}}$$

$$Fr = \frac{0,280 \text{ m/dtk}}{\sqrt{9,81 \times 0,008 \text{ m}}}$$

$Fr = 0,979$ (subkritis)

Untuk hitungan selanjutnya dapat di lihat pada tabel 5,6, dan 7 berikut :

Tabel 5. Sebelum Pemasangan Ambang bertangga

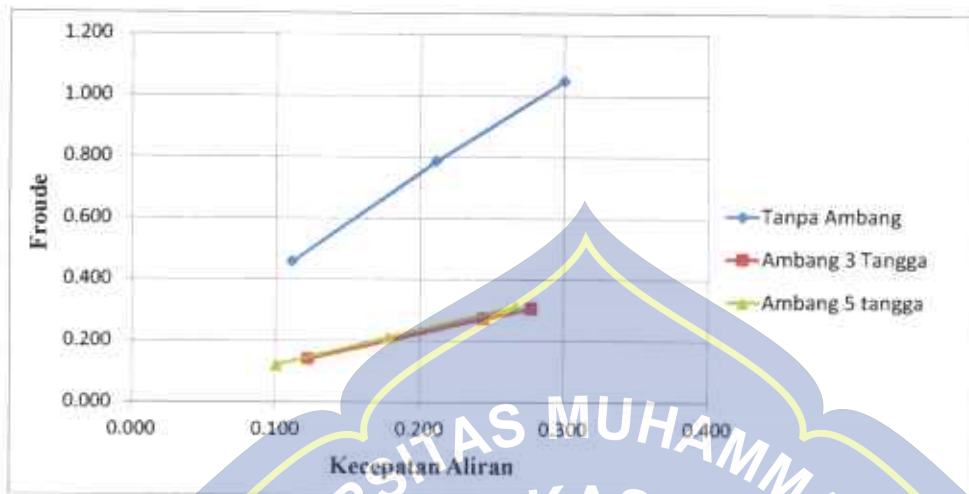
Q		Kecepatan Aliran (m/dtk)	Kedalaman air (m)	Froude	Ket
		V	Y	(Fr)	
q ₁	1,6	0.280	0.008	0.979	Subkritis
q ₂	1,2	0.211	0.007	0.787	Subkritis
q ₃	0,8	0.111	0.006	0.458	Subkritis

Tabel 6. Setelah pemasangan ambang dengan 3 tangga

Q		Kecepatan Aliran (m/dtk)	Kedalaman Air (m)	Froude	Ket
		V	Y	(Fr)	
q ₁	1,6	0.278	0.084	0.306	Subkritis
q ₂	1,2	0.244	0.082	0.273	Subkritis
q ₃	0,8	0.122	0.076	0.141	Subkritis

Tabel 7. Setelah pemasangan ambang dengan 5 tangga

Q		Kecepatan Aliran (m/dtk)	kedalaman Air (m)	Froude	Ket
		V	Y	(Fr)	
q ₁	1,6	0.267	0.075	0.312	Subkritis
q ₂	1,2	0.178	0.072	0.212	Subkritis
q ₃	0,8	0.100	0.070	0.121	Subkritis



Gambar 11. Grafik Hubungan antara kecepatan aliran dan bilangan Froude pada saluran sebelum pemasangan ambang dan setelah pemasangan ambang 3 dan ambang 5 tangga.

d. Perhitungan Bilangan Reynold

Kedaaan aliran pada saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh pengaruh kekentalan dan gravitasi. Pengaruh kekentalan (viscosity) aliran dapat bersifat laminar, turbulen dan transisi yang tergantung pada pengaruh kekentalan relatif dapat dinyatakan dengan bilangan Reynold yang didefinisikan sebagai berikut:

Tabel 8. Viskosinasi kinematis sebagai hubungan fungsi suhu

T (°)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
M ($10^{-6}m^2/det$)	1,75	1,52	1,31	1,14	1,01	0,9	0,8	0,72	0,65

Sumber : (Mardjikoen, 1987)

Hasil perhitungan bilangan Reynold pada berbagai debit dan waktu yang di gunakan dalam penelitian dapat dilihat dari perhitungan berikut :

- $q_1 (90^\circ) = 1,6$ liter/dtk (variasi debit pada bukaan 90°)

Diketahui :

$V = 0,280$ m/dtk (nilai kecepatan aliran sebelum pemasangan ambang)

$R = 0,008$ m (nilai jari-jari hidrolis)

$T = 28^\circ$ (suhu)

$v = 0,00000081$ m/det (hasil interpolasi)

$$Re = \frac{V \cdot R}{v}$$

$$Re = \frac{0,280 \times 0,008}{0,00000081}$$

$Re = 271,828$ (Laminer)

Untuk hitungan selanjutnya dapat di lihat pada tabel 9,10, dan 11 berikut :

Tabel 9. Sebelum pemasangan ambang bertangga

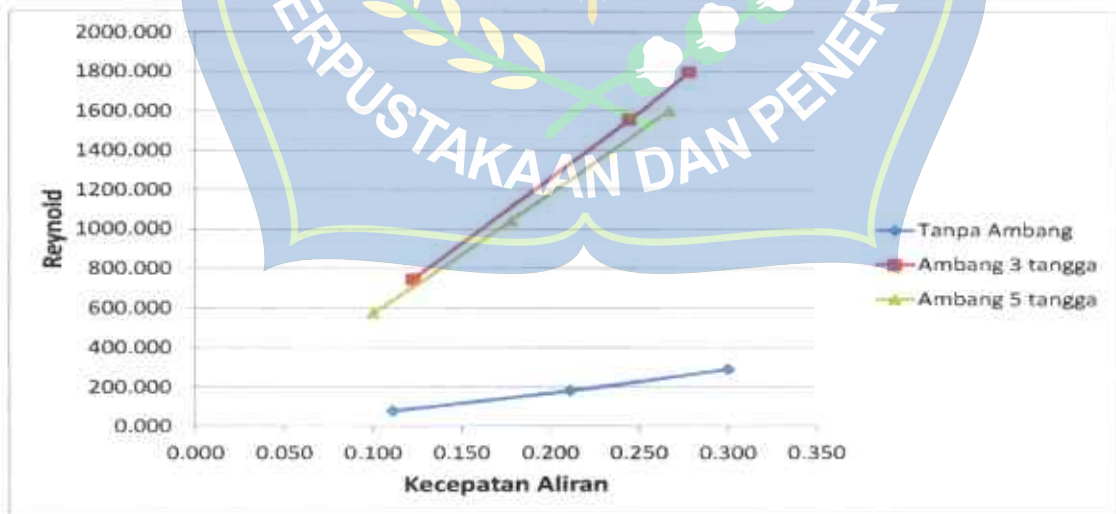
q		Kecepatan Aliran (m/dtk)	Tinggi Muka Air (m)	Jari-Jari Hidrolis (m)	Reynold	Ket
		V	H	R	(Re)	
q ₁	1,6	0.280	0.008	0.008	271.828	Laminer
q ₂	1,2	0.211	0.007	0.007	181.584	Laminer
q ₃	0,8	0.111	0.006	0.006	78.911	Laminer

Tabel 10. Setelah pemasangan ambang dengan 3 tangga

q		Kecepatan Aliran (m/dtk)	Tinggi Muka Air (m)	Jari-Jari Hidrolis (m)	Reynold (Re)	Ket
		V	H	R		
q ₁	1,6	0.278	0.084	0.052	1797.995	Transisi
q ₂	1,2	0.244	0.082	0.052	1554.514	Transisi
q ₃	0,8	0.122	0.076	0.049	744.449	Transisi

Tabel 11. Setelah pemasangan ambang dengan 5 tangga

q		Kecepatan Aliran (m/dtk)	Tinggi Muka Air (m)	Jari-Jari Hidrolis (m)	Reynold (Re)	Ket
		V	H	R		
q ₁	1,6	0.267	0.075	0.049	1601.153	Transisi
q ₂	1,2	0.178	0.072	0.047	1042.291	Transisi
q ₃	0,8	0.100	0.070	0.046	573.617	Transisi



Gambar 12. Grafik Hubungan antara kecepatan aliran dan bilangan Reynold pada saluran sebelum pemasangan ambang bertangga dan setelah pemasangan ambang 3 dan 5 tangga

e. Kedalaman Aliran

Kedalaman aliran diukur pada saat pengaliran air, untuk penelitian ini digunakan tiga variasi kedalaman air sesuai dengan tiga variasi debit yang diberikan. Untuk memperoleh nilai kedalaman air yang terjadi, dilakukan pengukuran pada penampang saluran sebelum belokan atau pada penampang saluran yang stabil. Untuk penelitian ini telah diperoleh kedalaman aliran yang merupakan rata-rata ketinggian air untuk setiap simulasi yang dilakukan.

f. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran (U_0) diukur dengan menggunakan *Current meter*. Titik-titik pengamatan kecepatan aliran adalah pada hulu sebelum ambang, tengah saluran (letak ambang) dan hilir setelah ambang, data hasil pengamatan kecepatan aliran disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 12. Kecepatan Aliran

Titik pengamatan		Model percobaan	Kecepatan (m/dtk)		
			waktu (t) / dtk		
			300	600	900
q ₁	Hulu	Ambang 3 tangga	0.3	0.3	0.3
	Tengah		0.2	0.3	0.3
	Hilir		0.3	0.2	0.3
q ₂	Hulu		0.2	0.2	0.2
	Tengah		0.1	0.2	0.2
	Hilir		0.2	0.2	0.1
q ₃	Hulu		0.1	0.1	0.1
	Tengah		0	0.1	0.1
	Hilir		0.2	0.1	0.1
q ₁	Hulu	Ambang 5 tangga	0.2	0.2	0.3
	Tengah		0.3	0.3	0.1
	Hilir		0.4	0.2	0.4
q ₂	Hulu		0.1	0.1	0.1
	Tengah		0.1	0.3	0.3
	Hilir		0.3	0.5	0.4
q ₃	Hulu		0.1	0.1	0.1
	Tengah		0.1	0.1	0.1
	Hilir		0.2	0.1	0.2

Sumber : Hasil Pengujian

g. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka Froude

Tabel 13. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka Froude, Sebelum dan Setelah pemasangan ambang

q	Q	kec. Aliran	Tinggi muka air	Lebar Saluran	Luas Penampang (A)	Keilling basah (P)	Jari-jari hidrolis (R)	Reynold	Froude	Keterangan	
	(m ³ /dtk)									(m/dtk)	(m)
Tanpa Ambang											
q ₁	0.00070	0.280	0.008		0.002	0.296	0.0079	271.828	0.979		
q ₂	0.00043	0.211	0.007	0.279	0.002	0.294	0.0070	181.584	0.787	Laminer	Subkritis
q ₃	0.00019	0.111	0.006		0.002	0.291	0.0058	78.911	0.458	Laminer	Subkritis
Ambang 3 tangga											
q ₁	0.0065	0.278	0.084		0.023	0.447	0.052	1797.995	0.306	Transisi	Subkritis
q ₂	0.0056	0.244	0.082	0.279	0.023	0.442	0.052	1534.514	0.273	Transisi	Subkritis
q ₃	0.0026	0.122	0.076		0.021	0.432	0.049	744.449	0.141	Transisi	Subkritis
Ambang 5 tangga											
q ₁	0.0056	0.267	0.075		0.021	0.428	0.049	1601.153	0.312	Transisi	Subkritis
q ₂	0.0036	0.178	0.072	0.279	0.020	0.423	0.047	1042.291	0.212	Transisi	Subkritis
q ₃	0.0019	0.100	0.070		0.019	0.418	0.046	573.617	0.121	Transisi	Subkritis

Dari hasil perhitungan di atas aliran pada saluran penelitian ini sebelum pemasangan ambang diklasifikasi sebagai aliran laminar dengan nilai reynold $Re < 500$ dan subkritis dengan nilai froude $Fr < 1$. Setelah pemasangan ambang 3 tangga dan 5 tangga diklasifikasi sebagai aliran Transisi dengan nilai reynold yaitu $500 < Re < 12,500$ dan sub kritis dengan nilai Froude yaitu $Fr < 1$.



B. Ambang Bertangga

a. Profil ambang bertangga

Tabel 14. Profil Ambang bertangga

No	Profil tangga	Tinggi Ambang (H)	Jumlah tangga	Panjang anak tangga (l)	Tinggi anak tangga (h)	Kedalaman kritis (yc)	Kedalaman aliran sebelum loncatan air (y ₁)	Kedalaman aliran setelah loncatan air (y ₂)
		Cm						
1	Ambang tangga	11.5	3	4	3	0.5	0.6	1
2	Ambang tangga	11.5	5	3	2	0.6	0.5	0.7

Sumber : Hasil Pengamatan

b. Energi Spesifik Aliran Pada Saluran Terbuka

Energi spesifik adalah energi relatif terhadap dasar saluran.

- $q_1 (90^\circ) = 1,6$ liter/dtk (variasi debit pada bukaan 90°)

Diketahui :

$V = 0,280$ m/dtk (nilai kecepatan aliran sebelum pemasangan ambang)

$y = 0,008$ m (nilai kedalaman air)

$$E_s = \frac{v^2}{2g} + y$$

$$E_s = \frac{0,280^2 \text{ m/dtk}}{2 \times 9,81} + 0,008 \text{ m}$$

$$E_s = 0,0129 \rightarrow 0,013 \text{ m}$$

Untuk hitungan selanjutnya dapat di lihat pada tabel 15,16, dan 17 berikut :

Tabel 15. Hasil Perhitungan Energi Spesifik Tanpa Ambang

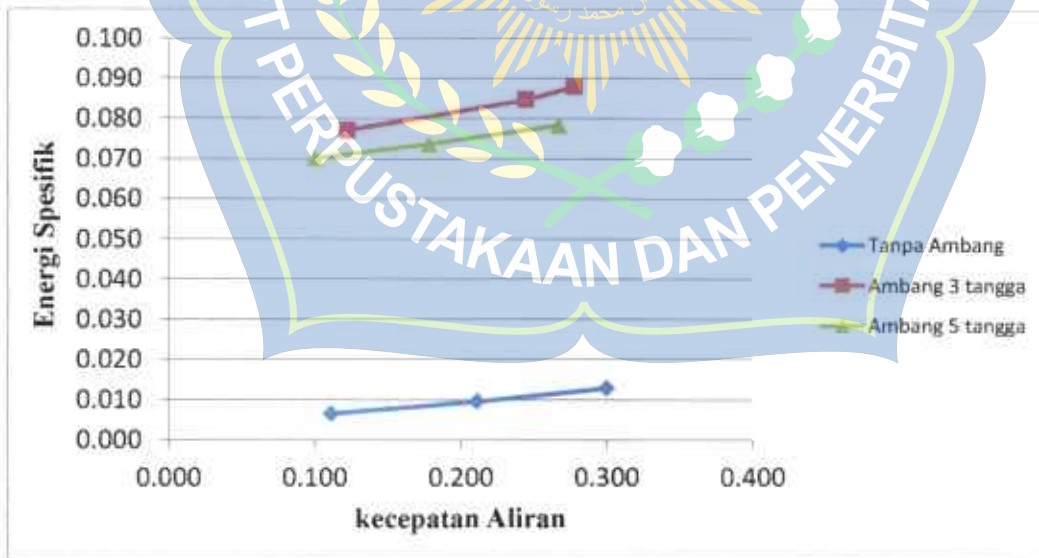
q		Kecepatan Aliran	Kedalaman air	Energi spesifik (E_s)
		V	Y	
q_1	1,6	0.280	0.008	0.013
q_2	1,2	0.211	0.007	0.010
q_3	0,8	0.111	0.006	0.007

Tabel 16. Hasil Perhitungan Energi Spesifik Ambang 3 Tangga

q		Kecepatan Aliran	Kedalaman air	Energi spesifik
		V	Y	(Es)
q ₁	1,6	0.278	0.084	0.088
q ₂	1,2	0.244	0.082	0.085
q ₃	0,8	0.122	0.076	0.077

Tabel 17. Hasil Perhitungan Energi Spesifik Ambang 5 Tangga

q		Kecepatan Aliran	Kedalaman air	Energi spesifik
		V	Y	(Es)
q ₁	1,6	0.267	0.075	0.078
q ₂	1,2	0.178	0.072	0.074
q ₃	0,8	0.100	0.070	0.070



Gambar 13. Grafik Hubungan antara kecepatan aliran dan energi spesifik pada saluran sebelum pemasangan ambang dan setelah pemasangan ambang 3 tangga dan ambang 5 tangga.

c. Loncatan Hidraulik

Loncatan hidraulik adalah transisi cepat dari superkritis untuk aliran subkritis. Ini adalah proses turbulensi yang ekstrim, yang ditandai dengan turbulensi skala besar, gelombang permukaan dan deburan, peredaman energi dan entrainment udara. Panjang loncatan hidraulik adalah jarak antara permukaan depan loncatan hidraulik sampai suatu titik pada permukaan gelombang ombak yang segera menuju ke hilir.

Panjang loncatan hidraulik (L_j) merupakan parameter yang penting dan berpengaruh terhadap ukuran kolam olak. Peterka (1984) meneliti bahwa akhir loncatan hidraulik diasumsikan sebagai posisi dimana kecepatan pancaran tertinggi yang mulai terlepas dari dasar dan kemudian meluncur ke arah hilir. Hasil dari penelitian ini adalah salah satu yang sering digunakan untuk menghitung panjang loncatan hidraulik pada kolam olak.

• Ambang dengan 3 tangga

Panjang Loncatan Hidraulik

$$L_j = 8,5 (y_2 - y_1)$$

$$L_j = 8,5 (1,0 - 0,6)$$

$$L_j = 3,4 \text{ cm}$$

Tinggi Loncatan Hidroulik

$$H_j = y_2 - y_1$$

$$H_j = 1,0 - 0,6$$

$$H_j = 0,4 \text{ cm}$$

- Ambang dengan 5 tangga

Panjang Loncatan Hidraulik

$$L_j = 8,5 (y_2 - y_1)$$

$$L_j = 8,5 (0,7 - 0,5)$$

$$L_j = 1,7 \text{ cm}$$

Tinggi Loncatan Hidroulik

$$H_j = y_2 - y_1$$

$$H_j = 0,7 - 0,5$$

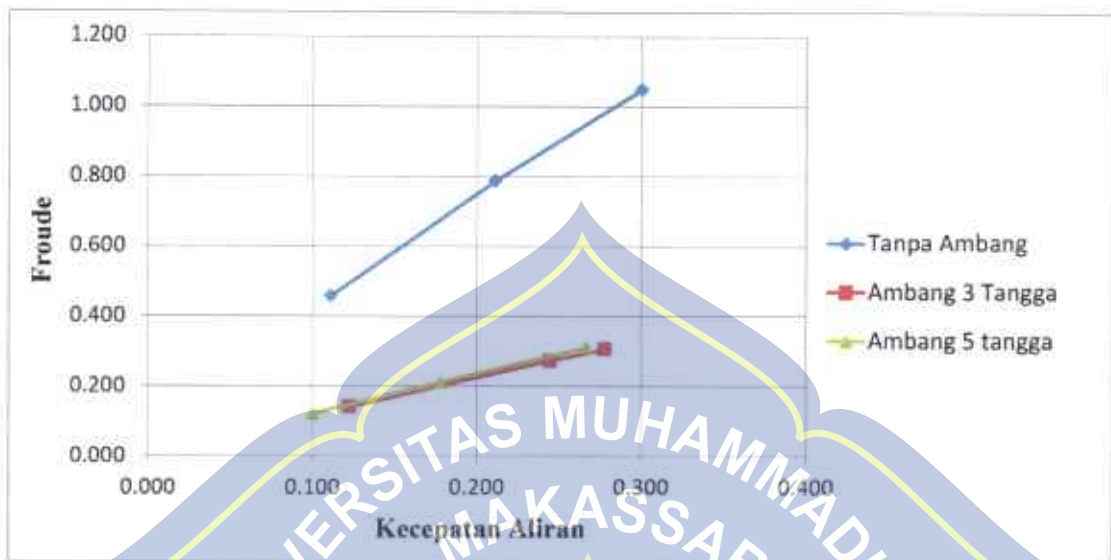
$$H_j = 0,2 \text{ cm}$$

C. PEMBAHASAN

- Hubungan kecepatan aliran dan angka froude sebelum dan setelah pemasangan ambang 3 tangga dan 5 tangga.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, sebelum dan setelah pemasangan ambang bertangga berpengaruh pada sifat alirannya. Pada pemasangan ambang dengan 3 tangga kecepatan alirannya lebih besar di banding kecepatan aliran ambang dengan 5 tangga. Dapat dilihat pada grafik pada gambar bahwa besarnya kecepatan berbanding lurus dengan angka Froude, semakin tinggi kecepatan aliran maka semakin besar angka Froude nya.

Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan bilangan Reynold dan hasil perhitungan angka Froude dimana kecepatan aliran dan tinggi muka air berpengaruh pada hasil perhitungan. Kecepatan aliran dan tinggi muka air ambang dengan 3 tangga lebih besar di banding dengan ambang 5 tangga.



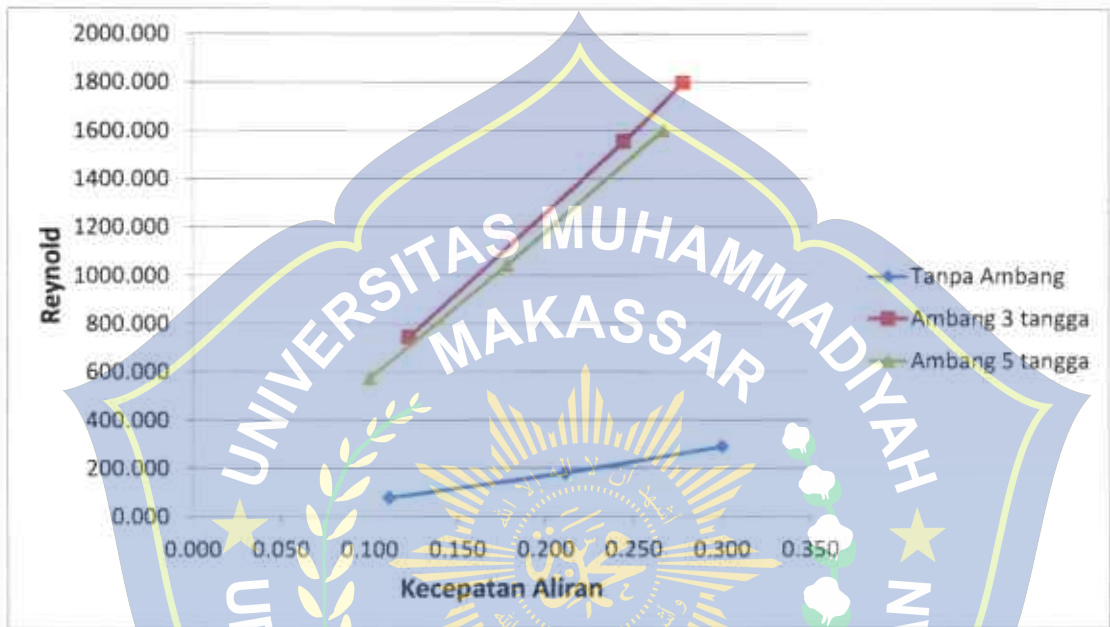
Gambar 14. Grafik hubungan kecepatan aliran dan angka froude sebelum pemasangan ambang dan setelah pemasangan ambang 3 dan 5 tangga

b. Hubungan kecepatan aliran dan bilangan Reynold sebelum dan setelah pemasangan ambang 3 tangga dan 5 tangga.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, Sebelum dan setelah pemasangan ambang bertangga berpengaruh pada sifat alirannya. Pada pemasangan ambang 3 tangga kecepatan alirannya lebih besar di banding kecepatan aliran ambang 5 tangga. Dapat dilihat pada grafik di bawah ini bahwa besarnya kecepatan berbanding lurus dengan bilangan Reynold, semakin cepat kecepatan aliran maka semakin besar bilangan Reynoldnya.

Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan bilangan Reynold dan hasil perhitungan angka Froude dimana kecepatan aliran dan tinggi muka air

berpengaruh pada hasil perhitungan. Kecepatan aliran dan tinggi muka air ambang dengan 3 tangga lebih besar di banding dengan ambang 5 tangga.



Gambar 15. Grafik hubungan kecepatan aliran dan bilangan reynold sebelum pemasangan ambang dan setelah pemasangan ambang 3 dan 5 tangga

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa:

1. Sifat aliran sebelum pemasangan ambang pada perhitungan bilangan Reynold adalah laminar dengan nilai rata-rata $Re=177,441$. Sedangkan pada perhitungan angka Froude sifat alirannya adalah subkritis dengan nilai rata-rata $Fr=0,741$.
2. Sifat aliran setelah pemasangan ambang dengan 3 tangga pada perhitungan bilangan Reynold adalah transisi dengan nilai rata-rata $Re=1365,653$. Sedangkan pada perhitungan angka Froude sifat alirannya adalah subkritis dengan nilai rata-rata $Fr=0,240$. Sedangkan sifat aliran pada ambang dengan 5 tangga pada perhitungan bilangan Reynold adalah transisi dengan nilai rata-rata $Re=1072,354$. Sedangkan pada perhitungan angka Froude sifat alirannya adalah subkritis dengan nilai rata-rata $Fr=0,215$

B. Saran

Dari pengalaman pada penelitian ini penulis memberikan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengamatan menggunakan variasi debit yang lebih banyak.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat meneliti tentang pola aliran apabila menggunakan ambang bertangga.
3. Dapat menjadi bahan referensi apabila ada kasus yang mirip dengan penelitian yang ada di lapangan.

Daftar Pustaka

- Ady Syaf Putra. (2014). *Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi* (Ruas Sungai : Pulau Kemaro Sampai Dengan Muara Sungai Komering). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol 2, No. 3. September: 2014
- Arya Wardana, Wisnu. 2001. *Dampak pencemaran lingkungan*. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Denik Sri krisnayanti, Very Dermawan, M. Sholichin, Suhardjono dan Dian noorvy Khaerudin. (2016). *Bendung Bertangga Sebagai Alternatif Pada Perencanaan Bangunan Irigasi*. *Jurnal IRIGASI*. Vol 11, No 2, Oktober: 2016.
- Fenty Daud, Nurnawaty, Andi Reza Gifari dan andi Asmi Rani. (2018). *Uji Model Pengaruh Bendung Pelimpah Terhadap Karakteristik Pengaliran*. *Jurnal Teknik Hidro*. Vol 11. No 1. Februari: 2018
- Muhammad Yunus Ali, Husaiman dan Muh. Ilham Nur. (2018). *Karakteristik Aliran Pada Bangunan pelimpah Tipe Ogee*. *Jurnal TEKNIK HIDRO*. Vol 11. NO 1, Februari: 2018
- Muhammad Yusuf, Gurawan Djati Wibowo. (2013). *Pengaruh Pelimpah Bertangga Tipe Akar Terpotong Terhadap Panjang Loncat Air Dan Kehilangan Energi Pada Kolam Olak*. *Jurnal International Conference On Infrastructure Development, UMS Surakarta*. November: 2013
- Nenny, Hamzah Al Imran. (2018). *Studi Eksperimen Model Peredam Energi Terhadap Loncatan Hidrolik Pada Kolam Olakan*. *Jurnal Ilmiah Techno Entrepreneur Acta*. Vol 3. No 1. April: 2018.
- Prastumi. (2009). *Pengaruh Variasi Tipe Peredam Energy Terhadap Karakteristik Hidrolika Saluran Pelimpah Bendungan Studi Kasus Uji Model Pelimpah Bendungan Jehem Bali*. *Jurnal REKAYASA SIPIL*. Vol 3, No 2.
- Ulin Nurul Aini, Very Dermawan dan Sebrian Mirdeklis Beselly Putra. (2014). *Analisis Peredam Energi Dan Titik Awal Pemasukan Udara Pada Pelimpah Bertangga Sudut 45° Dengan Uji Model Fisik Hidraulik* *Jurnal Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang*.
- Yuli Suharmoto, 2017. *Hidrolika*. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, Bogor.



TANPA AMBANG

q	Debit	Waktu	kecepatan aliran			ketinggian aliran		
	m ³ /dtk	Dtk	m/dtk			M		
	Q	T	V			H		
			hulu	tengah	hilir	Hulu	tengah	Hilir
q ₁	0.00070	300	0.4	0.3	0.3	0.008	0.008	0.009
		600	0.3	0.3	0.2			
		900	0.3	0.3	0.3			
	Rata - rata		0.3	0.3	0.3	0.008		
			0.300					
q ₂	0.00043	300	0.2	0.2	0.2	0.007	0.007	0.008
		600	0.3	0.2	0.2			
		900	0.2	0.2	0.2			
	Rata - rata		0.2	0.2	0.2	0.007		
			0.211					
q ₃	0.00019	300	0.2	0.1	0.1	0.006	0.006	0.006
		600	0.1	0.1	0.1			
		900	0.1	0.1	0.1			
	Rata - rata		0.1	0.1	0.1	0.006		
			0.111					

AMBANG 3 TANGGA

q	Debit	Waktu	kecepatan aliran			ketinggian aliran		
	m^3/dtk	Dtk	m/dtk			H		
	Q	T	Hulu	tengah	hilir	hulu	tengah	Hilir
q ₁		300	0.3	0.2	0.3			
	0.0058	600	0.3	0.3	0.2	0.107	0.107	0.010
		900	0.3	0.3	0.3			
	Rata – rata		0.3	0.3	0.3		0.075	
			0.278					
q ₂		300	0.1	0.1	0.3			
	0.0049	600	0.1	0.3	0.5	0.103	0.103	0.010
		900	0.1	0.3	0.4			
	Rata – rata		0.1	0.2	0.4		0.072	
			0.244					
q ₃		300	0.1	0.1	0.2			
	0.0024	600	0.1	0.1	0.1	0.100	0.100	0.009
		900	0.1	0.1	0.2			
	Rata – rata		0.1	0.1	0.2		0.070	
			0.122					

AMBANG 5 TANGGA

Q	Debit	waktu	kecepatan aliran			ketinggian aliran		
	m^3/dtk	dtk	V			H		
	Q	t	m/dtk			m		
			Hulu	tengah	hilir	hulu	tengah	Hilir
q ₁		300	0.2	0.3	0.4			
	0.0062	600	0.2	0.3	0.2	0.106	0.128	0.018
		900	0.3	0.1	0.4			
	Rata-rata		0.2	0.2	0.3		0.084	
			0.267					
q ₂		300	0.2	0.1	0.2			
	0.0041	600	0.2	0.2	0.2	0.104	0.123	0.018
		900	0.2	0.2	0.1			
	Rata-rata		0.2	0.2	0.2		0.082	
			0.178					
q ₃		300	0.1	0	0.2			
	0.0021	600	0.1	0.1	0.1	0.1	0.119	0.01
		900	0.1	0.1	0.1			
	Rata-rata		0.1	0.1	0.1		0.076	
			0.100					





